

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-282884

(43)Date of publication of application : 03.10.2003

(51)Int.Cl.

H01L 29/786

H01L 51/00

H05B 33/14

(21)Application number : 2002-086669

(71)Applicant : KANSAI TLO KK

(22)Date of filing : 26.03.2002

(72)Inventor : YAHIRO MASAYUKI

ISHIDA KENJI

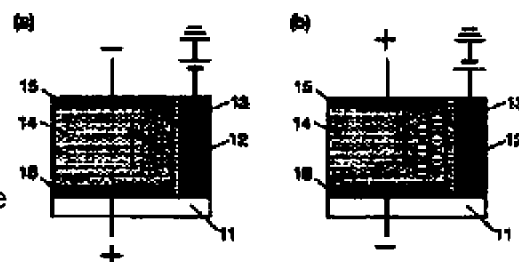
MATSUSHIGE KAZUMI

## (54) SIDE GATE TYPE ORGANIC FET AND ORGANIC EL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic FET which can be used practically even if an organic semiconductor amorphous thin film of low mobility is employed, and to provide an organic EL element capable of having a large open area ratio and requiring no peripheral transistor.

SOLUTION: The side gate type organic FET is fabricated by standing a gate electrode 12 on a substrate 11 and forming a carrier moving layer 14 of an organic semiconductor on the same substrate. The carrier moving layer 14 touches the gate electrode 12 through an insulation film 13. A source electrode layer 15 and a drain electrode layer 16 are formed, respectively, above and below the carrier moving layer 14. Furthermore, two control electrodes are stood on the substrate and an organic semiconductor light emitting layer is formed on the same substrate to touch both control electrodes through the insulation layer. Injection electrode layers are formed above and below the light emitting layer. When voltages of different polarity are applied to both control electrodes, holes and carriers are recombined in the light emitting layer to emit light.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-282884  
(P2003-282884A)

(43)公開日 平成15年10月3日(2003.10.3)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト*(参考)
H 0 1 L 29/786		H 0 5 B 33/14	A 3 K 0 0 7
51/00		H 0 1 L 29/78	6 1 8 B 5 F 1 1 0
H 0 5 B 33/14		29/28	
		29/78	6 2 6 A
審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)			

(21)出願番号 特願2002-86669(P2002-86669)

(22)出願日 平成14年3月26日(2002.3.26)

(71)出願人 899000046

関西ティール・エル・オー株式会社

京都府京都市下京区中堂寺栗田町93番地

(72)発明者 八尋 正幸

京都市左京区吉田本町 京都大学ベンチャービジネスラボラトリー内

(72)発明者 石田 謙司

京都市左京区吉田本町 京都大学ベンチャービジネスラボラトリー内

(74)代理人 100095670

弁理士 小林 良平 (外1名)

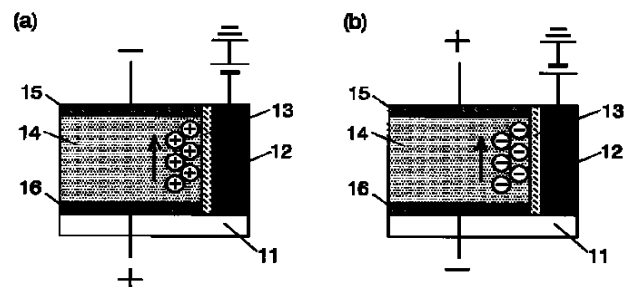
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 サイドゲート型有機FET及び有機EL

(57)【要約】

【課題】 移動度の遅い有機半導体アモルファス薄膜を用いても実用に堪えうる有機FETを提供する。また、周辺のトランジスタが不要であり、且つ、大きな開口率をとることのできる有機EL素子を提供する。

【解決手段】 サイドゲート型有機FETとする。すなわち、基板11上にゲート電極12を立設し、同じく基板上有機半導体から成るキャリア移動層14を積層する。キャリア移動層14は、絶縁膜13を介してゲート電極12に接するようにする。そして、キャリア移動層14の上下にソース電極層15とドレイン電極層16を積層する。また、有機ELは、基板上に2つの制御電極を立設し、同じく基板上に、有機半導体発光層を積層して、絶縁層を介して両制御電極に接するようにする。発光層の上下には注入電極層を積層する。両制御電極に異なる極性の電圧を印加することにより、正孔及びキャリアが発光層内で再結合し、発光が生ずる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 a)基板上に立設されたゲート電極と、  
b)絶縁膜を介して上記ゲート電極に接するように配置された、有機半導体から成るキャリア移動層と、  
c)上記キャリア移動層の上下に配置された、ソース電極層とドレイン電極層と、  
を備えることを特徴とするサイドゲート型有機FET。

【請求項2】 上記ゲート電極が、同一の極性の電圧が印加される2個以上のゲート電極から成ることを特徴とする請求項1に記載のサイドゲート型有機FET。

【請求項3】 a)基板上に立設された2つ以上の制御電極と、  
b)絶縁膜を介して各制御電極に接するように配置された、有機半導体から成る発光体層と、  
c)上記発光体層の上下に配置された1対の注入電極層と、  
d)少なくとも2つの制御電極に逆極性の制御電圧を印加する発光制御回路と、  
を備えることを特徴とする有機EL。

【請求項4】 上記発光体層がn型活性層とp型活性層の積層体から成ることを特徴とする請求項3に記載の有機EL。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機半導体を用いたFET（電界効果トランジスタ）及びEL（Electroluminescence、電界発光素子）に関する。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】有機材料の電子デバイスへの応用は、有機EL(Electroluminescence)の本格的な実用化に始まり、Bell研究所のJ.H.Shonのグループによるペンタセンや $\alpha$ -sexithiopheneなどの有機単結晶を用いた有機トランジスタ(Organic Field Effect Transistor:OFET)の発表によって、能動的に駆動する有機デバイスが大きな注目を集めている。

【0003】まず、有機FETに関する従来技術を説明する。有機FETは図5に示すように、ソース51・ドレイン52間のチャンネル53を有機半導体で構成したものであり、構成的には一般に用いられている無機FETと何ら変わらない。ただし、シリコン等の無機半導体では電子又は正孔のいずれか一方のみがキャリアとなるのに対し、有機半導体ではいずれもキャリアとなり得る。このため、有機半導体においては明確なp型/n型の区別はつけ難く、有機半導体に多いp型半導体においてもかなりの量の電子がキャリアとして動作しているものと見られている。

【0004】現在、有機半導体の問題点は、キャリア移動度である。有機半導体アモルファス薄膜のキャリア移動度は現在のところ $10^{-6}\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 程度と非常に遅く、FET等に用いても動作速度及び電力面で十分な特性を得るこ

とが難しい。そのため、有機単結晶を用いた有機FETが提案されているが、有機単結晶を作製するためには時間とコストが大きな障害となる。また、フレキシブル性を持つデバイスの可能性という有機半導体デバイスの大きな利点を損なうことにもなる。

【0005】本発明は第1に、有機FETに関するこのような課題を解決し、移動度の遅い有機半導体アモルファス薄膜を用いても実用に堪える有機FETを提供する。

【0006】次に、有機ELに関する従来技術を説明する。図6に示すように、通常構造の有機ELは、透明基板61上に正孔輸送層62と電子輸送層（発光層）63を積層し、両者を透明陽極64と陰極65で挟んだものである。正孔輸送層62と発光層63に有機EL材料が使用される。

【0007】有機ELは電流制御素子であり、図7に示すように、その発光輝度は電流（電流密度）にほぼ比例する。しかし、電圧に対しては、図8に示すように、僅かの電圧変化に対しても桁単位で輝度（及び電流、図9）が変化する。従って、微妙な輝度制御が必要な表示装置としてEL素子を使用する場合、信号電圧を駆動電流に変換するための回路が必要となる。

【0008】一例として、アクティブマトリクス方式で有機ELの発光強度を制御しようすると、その駆動回路は図10のようになる。まず、その画素が属するラインのゲートラインに電圧を印加し、トランジスタTr1を導通状態にする。この間に、ソース側電極にデータ信号（表示信号）を供給すると、書込トランジスタTr1が導通状態にあるため、この表示信号は容量Cに蓄積される。この容量Cに蓄積された表示信号の電荷量により駆動トランジスタTr2の導通状態が制御され、その画素の有機EL素子に供給される電流量が決定される。

【0009】このアクティブマトリクス方式の有機ELを用いたディスプレイ装置は、有機ELの動作デューティが100%に近いため、EL素子の寿命を無視すれば、大電流を流すことにより高輝度表示が行えるという利点を有する。しかし、上記のように、1個のEL素子を駆動するのに最低2個のトランジスタが必要となることから、トランジスタ作製のコストが高いこと、及び、開口率（発光部の面積を画素の面積で除した値）が低いこと、という課題を有している。

【0010】本発明はこのような有機ELの課題をも解決し、周辺のトランジスタが不要であり、且つ、大きな開口率をとることのできる有機EL素子を提供する。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】まず、本発明に係るサイドゲート型有機FETは、

a)基板上に立設されたゲート電極と、  
b)絶縁膜を介して上記ゲート電極に接するように配置された、有機半導体から成るキャリア移動層と、  
c)上記キャリア移動層の上下に配置された、ソース電極

層とドレイン電極層と、を備えることを特徴とする。

【0012】また、本発明に係る有機ELは、

- a) 基板上に立設された2つ以上の制御電極と、
- b) 絶縁膜を介して各制御電極に接するように配置された、有機半導体から成る発光体層と、
- c) 上記発光体層の上下に配置された1対の注入電極層と、
- d) 少なくとも2つの制御電極に逆極性の制御電圧を印加する発光制御回路と、を備えることを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態及び効果】上記の通り、現在のFETでは、ゲート電極は基板の面に対して平行に配置するのが一般的である。しかし、図1に示すように、ゲート12を基板11上に立設し、同じく基板11上に載置したキャリア移動層14の側部(サイド)に(絶縁膜13を介して)配置することにより、キャリアの移動距離を短くすることができる(チャネル幅が膜厚であるため、ナノオーダーとなる)とともに、キャリア移動層14とソース/ドレイン電極15、16との接触面積を非常に大きくすることができる。このため、キャリア移動層14にキャリア移動度の遅いアモルファス有機半導体を用いても、十分スイッチング速度の大きい、許容電流の大きいFETとなる。また、従来のFETではソース電極、チャネル、ドレイン電極が基板上に同一レベルで並ばなければならないため、それらを形成するために複雑なリソグラフィ工程を経なければならなかったが、本発明に係るサイドゲートFET構造では、ソース電極、キャリア移動層(有機半導体層)、ドレイン電極層が基板上に順に積層しているため、単純な蒸着法等を用いて容易に積層構造を構築することができる。このため、電極材料の選択の幅が広がる。また、素材の選択により、フレキシブルなデバイスとすることもできる。

【0014】ソース電極、ドレイン電極には、制御すべきキャリアに対して注入に有利な電極を使用する。例えば、電子の場合はキャリア移動層のLUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbit、最低非占有分子軌道)に合った仕事関数を持つ電極(例えばMgなど)を使用し、正孔注入にはHOMO(Highest Occupied Molecular Orbit、最高占有分子軌道)と仕事関数の合った電極(例えば、ITO=Indium Tin Oxide、インジウム-スズ酸化物)を使用する。

【0015】なお、本発明に係るFETは、図1(a)、(b)に示すように、ゲート電極12が正又は負のいずれか一方のみであっても原理的に動作するが、図2(a)、(b)に示すように、キャリア移動層24の両側に(或いは周囲に)ゲート電極22を配置することにより、キャリア密度を上げることができる。この場合、両側又は周囲のゲート電極22には同一極性の電圧を印加する。

【0016】図2のサイドゲート型有機FETの構成を説明する。ガラスまたはポリマー等の透明な材質から成る

基板21上にゲート電極22を立設する。ゲート電極22の周囲には、ゲート電極22の表面を酸化させる等の方法により、絶縁膜23を形成する。基板21上には又、絶縁膜23に接するように、有機半導体から成るキャリア移動層24を積層する。キャリア移動層24の上下に上部電極25及び下部電極26が積層される。上部電極25及び下部電極26のうちどちらか一方がソース電極、他方がドレイン電極となる。なお、有機半導体の場合は前記の通り正孔電子の双方がキャリアとなり得るため、これらはカソード/アノードとも呼び得る。

【0017】キャリア移動層24を構成する有機半導体には、例えばn型(電子輸送型)ではN,N'-ジメチルペリレン-3,4,9,10-ビスジカルボキシミド、Copper(II)1,2,3,4,8,9,11,15,16,17,18,22,23,24,25-hexadecafluoro-29H,31H-phtalocyanine等を、p型(ホール輸送型)ではCopper(II)phtalocyanine、ペンタセン、アントラセン、テトラセンなどのアセン類、 $\alpha$ -sexthiophene、チオフェンオリゴマー等を用いることができる。ゲート電極22には、例えば金、アルミニウム、シリコン、ポリシリコン等や透明電極を用いることができる。また、ソース電極及びドレイン電極には、n型の場合は仕事関数が小さいアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれらとアルミニウム、銀などとの合金等を、p型の場合は仕事関数が高いITO、金、白金、鉛等を用いることができる。

【0018】次に、本発明に係る有機ELについて説明する。図2の構造の有機FETにおいて、図3に示すように、両側のゲート電極32に異なる極性の電圧を印加し、有機半導体層34に有機EL材料を混入することにより、両ゲート電極32(制御電極とも呼び得る)の近傍で生成された正孔及び電子が有機EL材料(発光体層)内で再結合し、発光する。すなわち、有機ELの完成である。上記のソース電極、ドレイン電極は注入電極35、36となる。

【0019】本発明に係る有機ELは、制御電極32に印加する電圧により正孔・電子濃度を制御し、発光量を制御することができるため、直接電圧制御が可能となる。従って、図10のような電圧-電流変換のためのトランジスタが不要となり、開口率を高めることが可能となる。

【0020】なお、基板、電極、有機EL材料には、従来のものをそのまま使用することができる。

【0021】有機ELとする場合、図4に示すように、有機半導体層にp-n接合を導入することで、より多量の再結合を発生させることができる。また、本発明の有機ELでは、有機半導体層の厚さを従来よりも大きくすることが有利であり、これにより、発光強度を高めるとともに、デバイスの信頼性の向上も見込むことができる。

【0022】図4の有機ELの構成を説明する。ガラスまたはポリマー等の透明な材質から成る基板41上に、正

10

20

30

40

50

及び負の制御電極42を立設する。両制御電極42の表面には、酸化等により絶縁膜43を形成する。基板41上には、まず透明陽極46を積層し、更に正孔輸送層44及び電子輸送層（発光層）45を順に積層する。電子輸送層45の上部には陰極47を積層する。

【0023】もちろん、正孔輸送層44と電子輸送層45（及び陽極／陰極）を逆に積層してもよい。

【0024】上記正孔輸送層44には、例えばトリフェニルジアンミン、4,4',4''-tris[3-methylphenyl(phenyl)amino]triphenylamine、4,4',4''-tris[1-naphthyl(phenyl)amino]triphenylamine、4,4',4''-tris[2-naphthyl(phenyl)amino]triphenylamine、4,4',4''-tris[biphenyl-4-yl-(3-methylphenyl)amino]triphenylamine、4,4',4''-tris[9,9-dimethyl-2-fluorenyl(phenyl)amino]triphenylamine、4,4',4''-tri(N-carbazolyl)triphenylamine、1,3,5-tris[N-(4-diphenylaminophenyl)phenylamino]benzene、1,3,5-tris{4-[methylphenyl(phenyl)amino]phenyl}benzene、N,N'-di(biphenyl-4-yl)-N,N'-diphenyl-[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamine、N,N,N',N'-tetraakis(9,9-dimethyl-2-fluorenyl)-[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamine等を用いることができる。上記電子輸送層45には、例えばキノリノールアルミ錯体、oxadiazole誘導体、1,3,5-tris[5-(4-tert-butylphenyl)1,3,4-oxadiazol-2-yl]benzene、5,5'-bis(dimesitylboryl)-2,2'-bithiophene、5,5''-bis(dimesitylboryl)2,2':5'2'-terthiophene等を用いることができる。

【0025】上記制御電極42には、例えば例えば金、アルミニウム、シリコン、ポリシリコン等や透明電極を用いることができる。陽極46には、ITO、インジウム亜鉛酸化物、導電性ポリアニリン等を用いることができる。陰極47には、マグネシウム銀合金、マグネシウムインジウム合金、マグネシウム銅合金、アルミニウムリチウム合金等を用いることができる。

【0026】なお、図6に示した現在の有機ELの構造では、再結合領域と金属電極が非常に近いため、レーザにしようとしても金属電極による光の吸収が問題となる。それに対し、本発明に係る有機ELでは、FET移動度が高

い材料を厚く積層させることによって、注入型有機レーザを実現できる可能性がある（一般に知られている有機半導体の移動度（例えばTOF法やI-V特性等を用いて測定した値）とFET移動度とは異なる可能性もある）。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るサイドゲート型有機FETの基本構成を示す断面図。

【図2】 本発明に係るサイドゲート型有機FETの別の構成例を示す断面図。

【図3】 本発明に係るサイドゲート型有機ELの一構成例を示す断面図。

【図4】 本発明に係るサイドゲート型有機ELの別の構成例を示す断面図。

【図5】 従来の有機FETの構成を表す断面図。

【図6】 従来の有機ELの構成を表す断面図。

【図7】 有機ELの電流密度と発光輝度の関係を示すグラフ。

【図8】 有機ELの電圧と発光輝度の関係を示すグラフ。

【図9】 有機ELの電圧と電流密度の関係を示すグラフ。

【図10】 アクティブマトリクス方式の有機EL駆動回路の回路図。

【符号の説明】

11、21…基板

12、22…ゲート電極

13、23…絶縁膜

14、24…キャリア移動層

15、25…上部電極

16、26…下部電極

31、41…基板

32、42…制御電極

33、43…絶縁膜

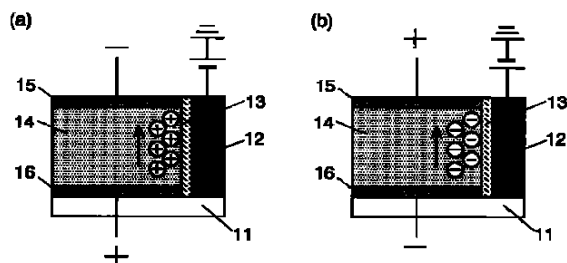
34…有機EL発光層

44…正孔輸送層

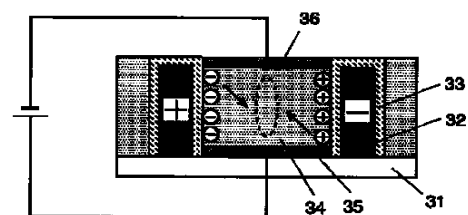
45…電子輸送層（発光層）

35、36、46、47…注入電極

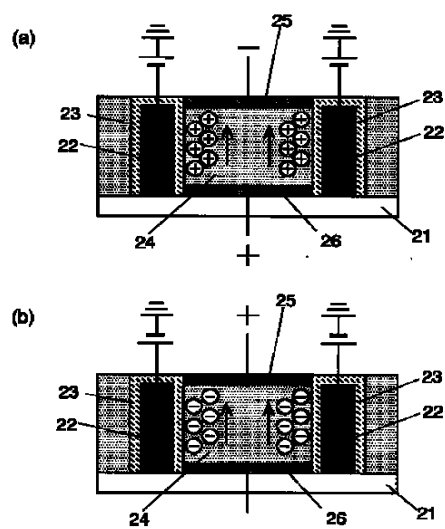
【図1】



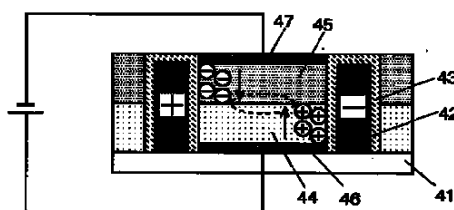
【図3】



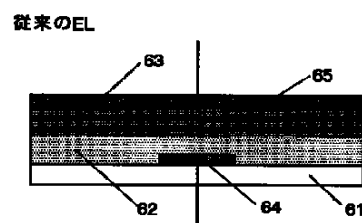
【図2】



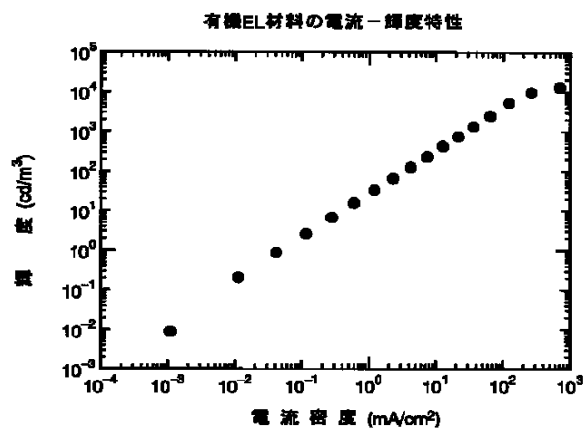
【図4】



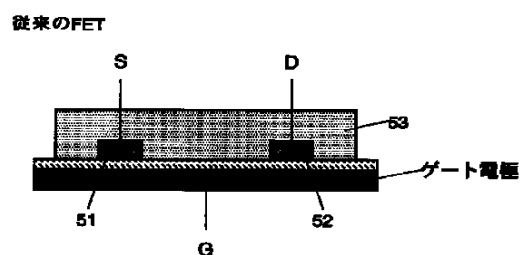
【図6】



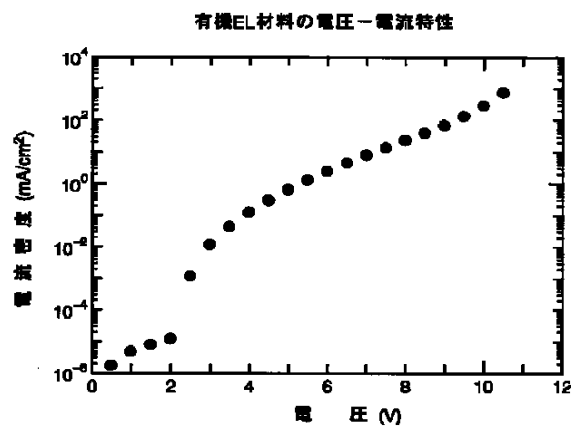
【図7】



【図5】



【図9】



【図8】

